



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

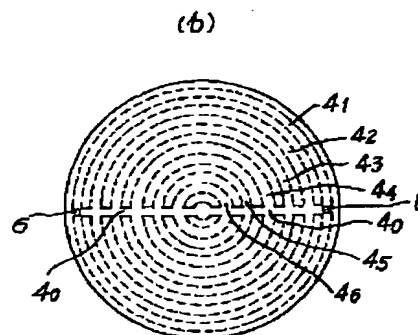
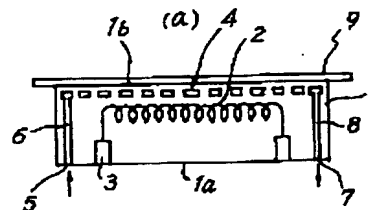
(11) Publication number: **07272834 A**(43) Date of publication of application: **20 . 10 . 95**(51) Int. Cl. **H05B 3/20**(21) Application number: **06061167**(22) Date of filing: **30 . 03 . 94**(71) Applicant: **NGK INSULATORS LTD**(72) Inventor: **ARAI YUSUKE  
UMEMOTO KOUICHI**(54) **CERAMIC HEATER AND ITS MANUFACTURE**

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a high degree of controllability for the temp. distribution of the heating surface of the base of a ceramic heater by forming a fluid passage between the heating surface and a heat emitting resistor, and filling the passage with a fluid.

**CONSTITUTION:** Current flows in a heat emitting resistor 2 when a ceramic heater is in service, and the heat generated is conducted to the base 1 of the heater. A fluid flows in a certain rate via a fluid inlet 5, flow-in path 6, ring-shaped passages 4<sub>1</sub>-4<sub>5</sub>, fluid passage 40, flow-out path 8, and outlet 7. The heat generated by the resistor 2 is conducted through the heater base 1 and is absorbed, convected, and transferred by a fluid flowing in the passage 40 to make uniform the heat distribution in the heater base 1, and the heating surface of the heater gets the temp. uniformly distributed. Because the ring-shaped passages are provided concentrically, the heating surface can have a further uniform temp distribution.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 2 7 2 8 3 4

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 10 月 20 日

(51) Int. Cl.  
H05B 3/20

識別記号  
356

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 6 1 1 6 7  
(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 3 月 30 日

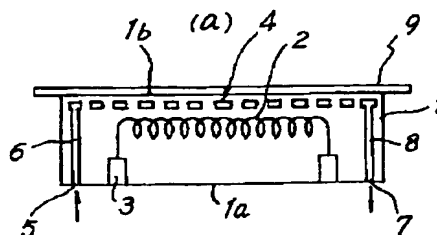
(71) 出願人 000004064  
日本碍子株式会社  
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号  
(72) 発明者 新居 裕介  
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号  
日本碍子株式会社内  
(72) 発明者 梅本 鑑一  
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号  
日本碍子株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外 5 名)

(54) 【発明の名称】 セラミックスヒータ及びその製造方法

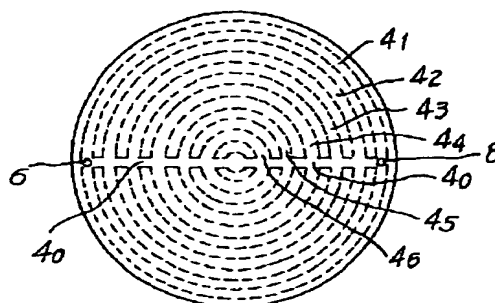
(57) 【要約】

【目的】 内部に抵抗発熱体を埋設したセラミックスヒータにおいて、ヒータ加熱面を均一に加熱することを可能とし、また迅速なセラミックスヒータの冷却をすることによってセラミックスヒータを用いた真空処理装置等のダウンタイムを短縮し処理作業性を挙げることを目的とする。

【構成】 セラミックスヒータ基体 1 とセラミックスヒータ基体 1 に埋設した電気発熱抵抗体 2 とからなるセラミックスヒータにおいて、セラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ基体の加熱面 16 と当該発熱抵抗体 2 との間に加熱面に沿って延びる流体を充填流した体流路 4 が設けられている。



(b)



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】セラミックスヒータ基体とセラミックスヒータ基体に埋設した電気発熱抵抗体とからなるセラミックスヒータにおいて、セラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に加熱面に沿って伸びる流体通路が設けられ、該流体通路内に流体を充填することによって、セラミックスヒータ本体の加熱面の温度の制御を可能としたセラミックスヒータ。

【請求項 2】前記流体通路内の流体が強制的にセラミックスヒータ外部から該流体通路に導入され、セラミックスヒータ外部に導出される請求項 1 記載のセラミックスヒータ。

【請求項 3】前記流体がアルゴン、ヘリウム、窒素から選ばれた不活性ガスである請求項 1 ないし 2 記載のセラミックスヒータ。

【請求項 4】前記セラミックスヒータ基体が円盤状をなし、前記発熱抵抗体がセラミックヒータ基体内で螺旋状に巻回され埋設されている請求項 1 乃至 3 のいずれかの請求項に記載したセラミックスヒータ。

【請求項 5】前記流体を 1 ～ 30 SCCM の範囲の速度で流す請求項 2 乃至 4 のいずれかの請求項に記載したセラミックスヒータ。

【請求項 6】前記流体通路がほぼ同心円状に延設された複数の環状の通路からなり、該複数の環状の通路が流体流入口と流体流出口との間に伸びる請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載したセラミックスヒータ。

【請求項 7】少なくとも 1 組の外側流体流入口と外側流体流出口と 1 組の中央流体流入口と中央流出口とからなり、該 1 組の外側流体流入口と外側流体流出口との間及び該 1 組の中央流体流入口と中央流体流出口との間にそれぞれ外周側流体通路と中央流体通路とが周方向に略同心円状でかつジグザグに延びる請求項 1 乃至 5 記載のセラミックスヒータ。

【請求項 8】前記セラミックスヒータ本体の加熱面を周方向に複数の領域に分け、各領域に対応して外周部から内周部にかけて周方向にジグザグに延びる通路を設けた請求項 1 乃至 5 に記載したセラミックスヒータ。

【請求項 9】セラミックスヒータ基体とセラミックスヒータ基体に埋設した発熱抵抗体とからなるセラミックスヒータにおいて、該セラミックスヒータはさらに冷却機構を有し、該冷却機構はセラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に加熱面に沿って延びる流体通路からなり、該流体通路内に流体を流すことによってセラミックスヒータの冷却を促進することを可能とした冷却機構付セラミックスヒータ。

【請求項 10】前記流体を 1 SCCM 以上の速度で流す請求項 9 記載のセラミックスヒータ。

【請求項 11】発熱抵抗体が埋設された第 1 のセラミッ

2

クス成形体を形成し、該第 1 のセラミックス成形体に接合すべき第 2 のセラミックス成形体を形成し、該第 1 の焼成セラミックス成形体及び該第 2 のセラミックス成形体とを接合することによってセラミックスヒータを製造する方法であって、第 1 と第 2 のセラミックス成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に流体通路を形成する溝を設け、第 1 のセラミックス成形体に該流体通路に連通する流体流入口及び流体流出口を形成し、第 1 のセラミックス成形体と第 2 のセラミックス成形体を接合することによって、該セラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に該溝と他方の接合面とによって加熱面に沿って延びる流体通路を設けるセラミックスヒータの製造方法。

【請求項 12】第 1 と第 2 のセラミックス成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に流体通路に対応する形状を与えるマスクを載置し、サンドブラストあるいはエッチング処理によって流体通路を形成する該溝を設け、第 1 と第 2 のセラミックス成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に対し YSiAlON 系ガラス等の接着剤を塗布後第 1 のセラミックス成形体と第 2 のセラミックス成形体とをガラス塗布層を介して接合させ焼成する請求項 11 に記載したセラミックスヒータの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種の PVD、プラズマ CVD、減圧 CVD、プラズマエッチング、光エッチング装置等の半導体製造装置等に使用できるセラミックスヒータ及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、緻密質セラミックからなる円盤状のセラミックスヒータ基体内に螺旋状に巻回した発熱抵抗体を埋設し、電気発熱抵抗体の両端に電気端子を接続したセラミックスヒータが知られており、半導体製造装置等用の加熱装置として用いられている。

【0003】セラミックスヒータを用いて、良好な特性を有する半導体装置等を得るためには、該セラミックスヒータは、均一な加熱特性を備える必要がある。例えば、半導体製造装置用の加熱装置においては、加熱面の設定温度は 700℃、800℃等の高温に設定されており、かつ、加熱面における最低温度と平均温度との差及び最高温度と平均温度との差を、所定の範囲以内に抑えなければならないという、極めて高い均熱性が要求される。そのため、セラミックス基体内における巻回体の平面的パターン形状・配置及び巻き数等を、ヒータの加熱面の温度にムラが生じないように設定する必要がある。何故なら、ヒータの加熱面の温度にムラが発生すると、加熱対象全体を均一に加熱することができないし、特に半導体製造装置用の場合には、半導体膜の膜厚が不均一となり、半導体不良の原因となってしまうからである。

【0004】上記セラミックスヒータは、一般に以下の

10

20

30

40

50

方法で製造される。即ち、まず高融点金属からなる抵抗発熱体を螺旋状に巻回して巻回体を得、この線体の両端に端子（電極）を接着し、一方、プレス成形機内にセラミックス粉体を仕込み、ある程度の硬さになるまで予備成形する。この際、予備成形体の表面に、所定の平面的パターンに沿って連続的な凹部ないし溝を設け、その凹部ないし溝に巻回体を収容し、その上に更にセラミックス粉体を充填する。そして、セラミックス粉体を一軸加圧成形して円盤状成形体を作製し、円盤状成形体をホットプレスにより焼結させる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】しかし、実際に円盤状セラミックスヒータを製造してみると、ヒータの加熱面の加熱ムラをなくし、温度を均一にすることは、思いのほかに困難であることが判明した。即ち、抵抗発熱体である巻回体は、通常は、細い抵抗線を螺旋コイル形状に巻いたものであり、非常に容易かつ自由に3次元的に変形する。従って、巻回体をセラミックス成形体の内部に設置するときに、巻回体の位置ズレが生じ、また、成形体の焼成時にはセラミックス粉末が流動するので、この流動に伴って巻回体の変形する。その結果、隣接する巻線間距離、セラミックスヒータ基体の加熱面から電気抵抗発熱体までの距離を一定にすることは困難であり、また、発熱抵抗体自体が螺旋状に振ってあるのでヒータ基体の加熱面から発熱抵抗体までの距離も均一とはいえない。その結果、ヒータ使用時において、均一な熱分布が得られず、高度に均一な加熱特性を有するセラミックスヒータは得られなかった。実際のセラミックスヒータの製造工程においては、これらの不均一性を生ずる現象および同現象を生ずる諸原因についての解決手段はほとんど解明されていないのが現状であり、上記したような高度の均熱性を有するセラミックスヒータを定常的に生産することは困難であった。

【 0 0 0 6 】一方、従来、16DRAMの半導体の量産工場では、設備費が増大しつつあり、セラミックスヒータを用いる半導体ウエハー処理装置等には、スループット（ウエハーの処理量）の向上と装置のメンテナンスに必要なダウンタイムとを減少させることが要求されている。ここに、装置のダウンタイムとは、該装置をメンテナンスする際には、セラミックスヒータがハンドリング可能な温度にまで冷えるのを待つ必要があるが、この冷却時間と低温での作業時間並びに再度加熱に必要とされる時間の総和時間を『装置のダウンタイム（休止時間）』といい、このダウンタイムをできるだけ短くすることが要求される。

【 0 0 0 7 】特に、熱CVD、エピタキシャル、スパッタ、エッチング装置では、容器内にヒータを設置し、このヒータに半導体ウエハーを設置し、ウエハーを高温に加熱している。しかし、例えばセラミックスヒータを1000℃に加熱し、半導体ウエハーを処理した後、抵抗発熱

体への電力の供給を停止して基体が80℃以下の温度にまで降温するには、通常1時間以上の長時間を必要とし、ダウンタイムが長くなっていた。

【 0 0 0 8 】従って、特にセラミックスヒータの応答性を高めるため、セラミックスヒータの温度を自在かつ急速に変更できるようにし、これによって被処理物質の処理効率を向上させることが、要求されていた。

【 0 0 0 9 】

【発明の解決課題】本発明の課題は、セラミックス製のヒータ本体と、このヒータ本体の中に埋設された巻回体である抵抗発熱体とを備えたセラミックスヒータにおいて、加熱面の温度を高度に制御可能なセラミックスヒータを提供することである。

【 0 0 1 0 】さらに、本発明の課題は、セラミックスヒータを迅速に冷却することができるセラミックスヒータを提供することにある。更に、本発明の別の課題は、温度制御性に優れたセラミックスヒータを簡単かつ容易な方法で製造できるセラミックスヒータの製造方法を提供することを目的とする。

20 【 0 0 1 1 】

【課題の解決手段】本発明は、セラミックスヒータ基体とセラミックスヒータ基体に埋設した電気発熱抵抗体とからなるセラミックスヒータにおいて、セラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に加熱面に沿って延びる流体通路が設けられ、該流体通路内に流体を充填することによって、セラミックスヒータ本体の加熱面の温度の制御を可能としたセラミックスヒータに関するものである。

30 【 0 0 1 2 】また、本発明は、セラミックスヒータ基体とセラミックスヒータ基体に埋設した電気発熱抵抗体とからなるセラミックスヒータにおいて、該セラミックスヒータはさらに冷却機構を有し、該冷却機構はセラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に加熱面に沿って延びる流体通路からなり、該流体通路内に流体を流すことによってセラミックスヒータの冷却を促進することを可能とした冷却機構付セラミックスヒータに関するものである。

40 【 0 0 1 3 】さらに、本発明は、発熱抵抗体が埋設された第1のセラミックス成形体を形成し、該第1のセラミックス成形体に接合すべき第2のセラミックス成形体を形成し、該第1の焼成セラミックス成形体及び該第2のセラミックス成形体とを接合することによってセラミックスヒータを製造する方法であって、第1と第2のセラミックス成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に流体通路を形成する溝を設け、第1のセラミックス成形体に同通路に連通する流体流入口及び流体流出口を形成し、第1のセラミックス成形体と第2のセラミックス成形体を接合することによって、該セラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に該溝と他の接合面

とによって加熱面に沿って伸びる流体通路を設けるセラミックスヒータの製造方法に関するものである。

【0014】

【作用】本発明のセラミックスヒータによれば、発熱抵抗体で発生した熱は、固体セラミックスヒータ基体中を移動するとともに、一部ガス流路中を流れるガスに吸収され流体中の対流によってセラミックスヒータ基体の各場所の温度差を減少させ、それによって、セラミックスヒータの温度を均一に制御することを可能とする。

【0015】また、半導体等をセラミックスヒータを用いて処理をする場合、所定の高温で処理後、所定の温度まで冷却し、その後、再度処理をするという工程を繰り返す必要があるが、本発明のセラミックスヒータによれば、ガス通路中に所定の流体を流すことによって、セラミックスヒータをより迅速に冷却することができ、従来のセラミックスヒータに比較して、ダウンタイムを大幅に減少することができ、半導体等の処理対象物のスループット（処理量）を向上することができる。

【0016】また、本発明のセラミックスヒータの製造方法によれば、第1あるいは第2の成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に流体流路を形成する溝を設け、同流路に連通する流体流入口及び流体流出口を形成し、第1のセラミック成形体と第2のセラミック成形体とを接合することによって、該セラミックスヒータ基体の加熱面と当該電気発熱抵抗体との間に加熱面に沿って伸びるガス流路を簡便に設けることができ、極めて高度の均熱性を有するセラミックスヒータを、定常的に高い歩留りで量産することできる。

【0017】本発明に係るセラミックスヒータの好ましい実施態様として、以下のものが挙げられる。

(1) 前記流体通路内の流体が強制的にセラミックスヒータ外部から該流体通路に導入され、該流体通路からセラミックスヒータ外部に導出されるようにされたセラミックスヒータ。この場合には、セラミックスヒータ内の熱分布は通路内の流体の対流及び移動によってより一層均一化が図られる。

(2) 前記流体として、アルゴン、ヘリウム、窒素から選ばれた不活性ガスを用いるセラミックスヒータ。この場合には、セラミックスヒータを構成しているセラミックス材料及び発熱抵抗体に何ら悪影響を与える事なく所望の均熱効果を達成できる。

(3) 前記セラミックスヒータ基体が円盤状をなし、前記発熱抵抗体がセラミックヒータ基体内で螺旋状に巻回され埋設されているセラミックスヒータ。この場合には、螺旋状に巻回して発熱抵抗体が円盤状のセラミックスヒータ内に均一に配置されることになり、上記流体通路の設置とあいまってより高い均熱効果が得られる。

(4) 前記流体通路がほぼ同心円状に延設された複数の環状の通路からなり、該複数の環状の通路が流体流入口と流体流出口との間に伸びるセラミックスヒータ。この場

合には、加熱面の個々の環状領域の加熱を独立かつ均一に制御することが可能となり、特に上記(3)のセラミックヒータの場合に有効である。また、全体の加熱面からみても、小さな領域に分割してそれぞれを均一に制御することにより、加熱面全体をより均一に温度制御できる。

(5) 少なくとも1組の外側流体流入口と外側流体流出口と1組の中央流体流入口と中央流体流出口とからなり、該1組の外側流体流入口と外側流体流出口との間及び該1組の中央流体流入口と中央流体流出口との間にそれぞれ外周側流体通路と中央流体通路とが周方向に略同心円状でかつジグザグに延びるセラミック・ヒータ。この場合にも、加熱面の外周領域と中央領域とを独立かつ均一に加熱することが可能となり、特に上記(3)のセラミックヒータの場合に有効である。

(6) 前記セラミックスヒータ本体の加熱面を周方向に複数の領域に分け、各領域に対応して外周部から内周部にかけて周方向にジグザグに延びる流路を設けたセラミックスヒータ。この場合には、加熱面を周方向に分けた複数の領域の温度を独立かつ均一に制御できる。

【0018】上記セラミックスヒータの製造方法の好ましい実施態様としては、第1と第2のセラミック成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に流体通路に対応する形状を与えるマスクを載置し、サンドブラストあるいはエッチング処理によって流体通路を形成する溝を設け、第1と第2のセラミック成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に対しYSiAlON系ガラス等の接着剤を塗布後第1のセラミック本体と第2のセラミック本体とをガラス塗布層を介して接合させ焼成する。この方法によれば、強固に結合したセラミックスヒータを得ることができる。

【0019】以下に、本発明を詳細に説明する。本発明のセラミックスヒータの基材は、緻密質セラミックスによって形成する。好ましくは、窒化珪素、窒化アルミニウム、サイアロン等の窒化物系セラミックスを用いることができる。窒化珪素を用いる場合には、耐熱衝撃性の高いセラミックスヒータが得られる。また、窒化アルミニウムを用いる場合には、ハロゲン系腐蝕性ガスに対して、高い耐蝕性を有するセラミックスヒータが得られる。特に、 $Y_2O_3$ と $Yb_2O_3$ の少なくともどちらか一方を焼結助材として含有する窒化ケイ素、 $Y_2O_3$ を焼結助材として含有する窒化アルミニウムはセラミックスとして熱伝導率が高いので、加熱面の均熱性を向上させるという観点から、特に好ましい。

【0020】こうした窒化珪素からホットプレス法によって焼結体を製造すると、加圧軸方向の熱伝導率よりも該軸に対し垂直方向の熱伝導率が高くなる。従って、盤状の基体をホットプレス法によって作製した場合には、盤状基体の加熱面と水平方向の熱伝導率が盤状基体の厚さ方向の熱伝導率よりも大きくなり、均熱性を向上させ

るという観点から好ましい。また窒化アルミニウムはホットプレス法によって焼結体を製造した場合、熱伝導率の異方性は生じないが、常圧焼結品に比べ、強度、熱伝導率が向上するので、好ましい。

【 0 0 2 1 】 巻回体を構成する金属としては、特に高温用のセラミックスヒータにおいては、高融点金属が好ましく、とりわけ、タングステン、モリブデン、白金、これらの合金が更に好ましい。巻回体としては、種々の形状を有するものが使用できるが、コイルスプリング形状の巻回体が、入手し易く好ましい。この巻回体は、線体が螺旋形状に巻回されたもので、巻回体は略円筒形に螺旋状に延びる。しかし、巻回体の螺旋形状は、円形その他、楕円形、四辺形等の形状とすることもできる。

【 0 0 2 2 】 流体通路は、セラミックスヒータ基体の内部でかつ基体の加熱面と発熱抵抗体との間に設けられる。セラミックスヒータの熱分布を均一にし基体加熱面の加熱状態を均一にし、及び／またはセラミックスヒータを短時間に冷却を可能とする限り、ガス通路の形状・配置等には特に限定がない。また、『流体通路が基体の加熱面に沿って延びる』とは、必ずしも加熱面と平行にのみ延びる場合のみならず、基体の内部でかつ基体の加熱面と発熱抵抗体との間にあるのであれば多少上下に波打つ場合も含む。また、『基体の加熱面と発熱抵抗体との間』とは、流体通路全体が基体の加熱面と発熱抵抗体の間に位置する場合のみならず、本発明の均熱・冷却効果が発揮出来る限り、流体通路の 1 部が基体の加熱面と反対側の発熱抵抗体の下方に延在している場合も含む。また、流体通路は連続して設けられていることが好ましいが、『流体通路が連続して設けられ』とは流体通路中を流体が連続的に流れることが可能となるように設けられていることを意味するが、部分的に不連続な場合も含む。

【 0 0 2 3 】 流体を流体通路内に充填しセラミックスヒータの外部から強制的に流体を流体通路内で移動させない場合には、適当な封止弁等の流体封止構造が採用される。また、単に流体通路端部を閉止してもよい。このような封止構造自体は、当業者が容易に適宜採用できるものであるので詳細な説明は省く。

【 0 0 2 4 】 流体を流体通路内で強制的に流す場合には、ポンプ、弁、流量計、流体流通路等からなる強制流動機構を流体通路接続する。かかる強制流動機構は当業者であれば容易に適宜採用できるものであるので詳細な説明を省く。この場合には、流体を循環する強制循環流動機構とすることが好ましい。

【 0 0 2 5 】 流体流路に流す流体としては、アルゴン、ヘリウム、窒素等の不活性ガスが好ましく用いられる。流体の好ましい流量範囲は、流路の形状、配置、流体の種類等によって適宜決定される。均熱性を高めることを目的とする場合は、好ましくは流体を 1 ~ 30 ISCCM の範囲内で流すことが望ましい。また冷却速度を高めること

を目的とする場合は 1 SCCM 以上とすることが好ましく、気体の流速は大きくする方が好ましい。流体流路に流す流体は、常温で流路に導入してもよいし、加熱あるいは冷却状態で導入しても良い。また、常圧、加圧、減圧状態の流体も適宜用いることができる。また、かかる流体は循環使用して流体流路に流すこともでき、この場合には、セラミックスヒータのランニングコストを低減できる。

【 0 0 2 6 】 次に、本発明に係るセラミックスヒータ及びその製造方法を添付図面に基いて説明する。図 1 (a) 及び図 1 (b) は、それぞれ本発明の第 1 の実施例に係るセラミックスヒータの縦断面図及び平面図である。図中、円盤状のセラミックスヒータ基体 1 には、巻回状態の発熱抵抗体 2 が螺旋状に埋設され、発熱抵抗体の両端部は、基体 1 の下面 1 a に埋設した端子 3 に接続されている。セラミックスヒータ基体内部でかつ基体 1 の加熱面 1 b と発熱抵抗体 2 との間には、図 1 (b) に示される形状・配置の流体流路 4 が設けられており、流体流路の両端部には流体流入口 5 及び流体流出口 7 とがそれぞれ流体流入路 6 及び流体流出路 8 とを介して接続されている。セラミックスヒータ基体の加熱面 1 b 上には、被処理上ウエハ 9 が載置される。流体流路 4 の形状及び配置を更に詳しく述べると、流体流路 4 は全体的に基体加熱面 2 b と略平行に延在しており、流体流路 4 は環状に延びる同心円状の流路 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>, 4<sub>4</sub>, 4<sub>5</sub>, 4<sub>6</sub> 及び半径方向に延びる流体流路 4<sub>7</sub> とからなり、流体流入路 6 及び流体流出路 8 とが最外環状流体流路 4<sub>6</sub> に開口するとともに流体流路 4<sub>7</sub> の両端部が流体流入路 6 及び流体流出路 8 の開口と連通している。環状流路 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>, 4<sub>4</sub>, 4<sub>5</sub> はジグザグ状に連続している。

【 0 0 2 7 】 セラミックスヒータの使用の際には、発熱抵抗体 2 に電流が流され、抵抗体 2 からヒータ基体へ熱が発生する。一方、流体が流体流入口 5、流入路 6 を通って環状流路 4<sub>1</sub> ~ 4<sub>5</sub> 及び流体流路 4<sub>7</sub>、流出路 8、流出口 7 を通り所定の流量で流される。それによって、発熱抵抗体で発生した熱は固体のセラミックスヒータ基体中を伝達するとともに、流体流路を流動する流体によって吸収・対流・移動され、セラミックスヒータ基体中の熱分布が均一化され、セラミックスヒータの加熱面が均一に加熱される。本実施例によれば、環状流路が同心円状に設けられているのでより均一なヒータ加熱面の加熱が可能となる。

【 0 0 2 8 】 第 1 の実施例では、流体を流体通路に流す場合について説明したが、適当な封止手段を用いることによって流体を流体通路中に流さずに封止充填してヒータを使用することも可能である。この場合でも、熱の吸収・伝達により流体が流路内を対流することによってヒータ加熱面は均一に加熱される。

【 0 0 2 9 】 図 2 (a) 及び図 2 (b) は、本発明に係る第 2 の実施例のそれぞれ縦断面図及び平面図である。第 1

の実施例と第 2 の実施例と異なる点は、第 2 の実施例では、2 組の流体流路 4 a、4 b が設けられ、それぞれの流体流路の両端部には流体流入口 51、52 及び流体流出口 71、72 とがそれぞれ流体流入路 61、62 及び流体流出路 81、82 とを介して接続されている。その他の点は、実質的に略第 1 の実施例と同一である。

【0030】流体流路 4 a 及び 4 b について更に説明すれば、流体流路 4 a は半径方向外側から半径方向内側へと周方向でかつジグザグ状に延び、一方流体流路 4 b は中央部に設けられ環状に延びるとともに全体として Z 字形状をなす。流体流路 4 a と 4 b は、全体的に基体加熱面と略平行に延在している。なお、第 2 の実施例では、セラミックスヒータの加熱面で見ても半径方向で中央部、外周部の 2 つの区域に分けたが、3 以上の環状区域に分割しそれぞれの区域に連続する流体流路を設けることもできる。

【0031】本発明の第 2 の実施例によれば、第 1 の実施例と略同一の効果が得られるとともに、流体流路 4 a と 4 b とに流す流体の流量、温度、種類等を変えることによってセラミックスヒータの加熱面の中央部と周辺部の温度を独立かつ均一に設定及び／または制御することが可能となる。

【0032】第 2 の実施例でも、流体を流体通路に流す場合について説明したが、適当な封止手段を用いることによって流体を流体通路中に流さずに封止充填してヒータを使用することも可能であることは第 1 の実施例と同様である。

【0033】図 3 は、本発明に係る第 3 の実施例の横断面図である。図 3 において、陰影をつけた部分は流路の壁部を表す。第 3 の実施例では、半径方向に延在する 4 つの隔壁 11a、11b、11c、11d で基体加熱面を周方向に見て、4 つの等しい面積の扇状の区域に分けられ、それぞれの区域に、図 3 に示すように、隔壁 12a<sub>1</sub>、12a<sub>2</sub>、12a<sub>3</sub>、12a<sub>4</sub>、12a<sub>5</sub>、12a<sub>6</sub>；隔壁 12b<sub>1</sub>、12b<sub>2</sub>、12b<sub>3</sub>、12b<sub>4</sub>、12b<sub>5</sub>、12b<sub>6</sub>；隔壁 12c<sub>1</sub>、12c<sub>2</sub>、12c<sub>3</sub>、12c<sub>4</sub>、12c<sub>5</sub>、12c<sub>6</sub>；隔壁 12d<sub>1</sub>、12d<sub>2</sub>、12d<sub>3</sub>、12d<sub>4</sub>、12d<sub>5</sub>、12d<sub>6</sub> の隔壁群を設け、各隔壁部は隣接する半径方向の隔壁間に延び、周方向に延びる隔壁は、隣接する半径方向隔壁との間で交互に二つの隔壁側に開口している。これらの隔壁によって、環状の流体流路が半径方向外周部から中央部に向かってジグザグ状に連続して設けられる。第 3 の実施例の他の構成については、第 1 の実施例と略同一である。

【0034】第 3 の実施例のセラミックスヒータの使用の際には、発熱抵抗体 2 に電流が流される一方、流体を流体流入口、流入路 6 を通って環状流路 13c、13d に分岐し、流体は外周部から中央部と周方向ジグザグ状に流れ、中央部に達すると分岐した流体が合流し、再度流体は流体流路 13a、13b に分岐し、中央部から外周部へと周方向でジグザグ状に流れ、流体流出路に達する。第 3 の実施例では、周方向を 4 つの等面積の区域に分割しそれ

ぞれの区域に連続して流体流路を形成したが、周方向を互いに等しい面積あるいは異なる面積の 3 つの区域あるいは 5 つ以上の区域に分け、それぞれの区域に周方向かつジグザグ状の連続した流体流路を形成することもできる。また、第 3 の実施例では、流体流入路及び流体流出路をすべての流体流路に共通して設けたが、それぞれの流路ごとに流体流入路及び流体流出路を設けることもできるし、いくつかの流路を組として各組ごとに流体流入路及び流体流出路を設けることもできる。

【0035】第 3 の実施例では、第 1 の実施例で得られる効果に加えて、4 つの分割区域をそれぞれ均一に加熱できるという効果があるとともに、隔壁が半径方向に延びているので、加熱面の補強がなされセラミックスヒータの機械的強度は大きくなる。

【0036】次に、本発明に係るセラミックスヒータの製造方法を図 4 (a) から 4 (d) に示す模式的断面図である製造工程図に沿って説明する。以下、工程順に説明する。まず、図 4 (a) に示す第 1 のセラミックスヒータ成形体を作製する。すなわち、高融点金属の線体を巻回した巻回体の両端に端子（電極）を接着し、プレス成形機内にセラミックス粉体を仕込み、予備成形体の表面に、所定の平面的パターンに沿って連続的な凹部ないし溝を設ける。そして、巻回体をこの凹部に収容し、その上に更にセラミックス粉体を充填し、セラミックス粉体を一軸加圧成形して円盤状成形体を作製し、円盤状成形体をホットプレスにより焼結させる。

【0037】次に、得られた第 1 のセラミックス成形体に流体流入路 5 及び流体流出路 6 を形成する〔図 4 (b)〕。

その後、流体通路を形成するマスクを第 1 のセラミックスヒータ基体部分の基体加熱面側の面に載置し、サンドブラスト処理あるいはエッチング処理等を行うことによって流体通路を形成する溝部を設ける〔図 4 (c)〕。最後に、ガラス（例えば、YSIALON 系ガラス）等の接着剤を介して溝形成面に薄板状の第 2 のセラミックス成形体を重ね、焼成することによって薄板状体を一体化する〔図 4 (d)〕。本製造方法では、第 1 のセラミックスヒータ成形体の表面に流体通路形成溝を設けたが、薄板状の第 2 の成形体に流体流路を形成する溝を設けてもよい。各セラミックス成形体は、ホットプレス法で焼結するのが最も好ましいが、常圧焼結してもよく、あるいは常圧で予備焼結させた後にホットアイソスタティックプレス法で焼結させてもよい。

【0038】

【実施例】本発明のセラミックスヒータの均熱効果を調べるため、以下の実験をした。用いたセラミックスヒータは、図 3 に示す第 3 の実施例の形状のもので、各部の寸法は以下の通りであった。なお、セラミックスヒータの基体は、窒化珪素を成形・焼成することによって形成した。

1) セラミックスヒータ基体直径：205 mm

- 2) 流体流路 幅: 10mm、深さ: 0.3mm  
 3) 隔壁 幅: 28mm、高さ: 0.3mm  
 4) 加熱面から流体流路上面までの距離: 1mm

図5に示すように、このセラミックスヒータの流体流入口及び流体流出口にそれぞれ流体流入管14及び流体流出管15を活性銀ロウ16によって接合し、8インチのシリコンウェハをセラミックスヒータの加熱面上にメカニカルクランプ（図示せず）、で機械的に固定した、流路に流す流体はAr流体を予熱せずに常温で用い、所定の流量で流路中を流しセラミックスヒータの均熱性の測定を行った。

【0039】測定にあつては、本試験例で作成した各例のセラミックスヒータを真空容器17に密封状態で配置

し、ウェハを基体加熱面との間に所定の間隔をあけて固定・保持し、基体加熱面の温度の平均値が約 850℃となるように抵抗発熱体を発熱させ、加熱面上に保持されたウェハの中央部（ウェハの中心から直径 190mmの円の内部領域）の異なる30箇所における温度を赤外線放射温度計で測定した。これらの結果を度数分布で表1に示す。なお、均熱性は、（ばらつき温度÷平均温度×100）で計算した値で表した。従来例として、流体流路を設けていない以外は同一のセラミックヒータを用い、また流体流路内にガスを流さず真空引きしたものを参考例とした。

【0040】

【表1】

	ヒーター制御温度	Arガス流量(SCCM)	ウェハー温度(℃)[均熱性(%)]
従来例	850	—	738±30 (4.1)
参考例	850	0*	725±31 (4.3)
実施例	850	0**	740±24 (3.2)
	850	1	732±8 (1.1)
	850	10	731±4 (0.55)
	850	30	727±4 (0.55)
	850	50	686±4 (0.58)

(注) \* 流体流路内は真空引きした。

\*\* 流体流路内に800℃で1atmのArガスを充填した。

【0041】上記表から分かるように、流体流路内を真空にした場合、均熱性は±4.3%であつたが、Arガスを充填した状態（1atm）で均熱性は±3.2%まで向上した。さらに、1SCCMの一定の流量でArガスを流体流路に流したとき、均熱性は1.1%まで向上した。一方、Arガスの流量を10SCCMに変えると均熱性0.55%まで向上した。しかし、10SCCMより大きい流量でArガスを流体流路に流しても均熱性はこれ以上改善しなかった。

【0042】

【発明の効果】本発明のセラミックスヒータは、セラミックスヒータ基体とセラミックスヒータ本体に埋設した電気発熱抵抗体とからなり、セラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ本体の加熱面と当該電気発熱抵抗体との間に加熱面に沿って延びる流体通路を設け、該流体通路内に流体を充填することを可能としたので、セラミックスヒータの加熱面の温度を均一な制御を可能となる。

【0043】本発明のセラミックヒータは、セラミックスヒータ基体とセラミックスヒータ本体に埋設した発熱抵抗体とからなる、該セラミックヒータはさらに冷却機構を有し、該冷却機構はセラミックスヒータ基体内部でかつセラミックスヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に加熱面に沿って延びる流体通路からなる。従つて該流体通路内に流体を流すことによって、セラミックスヒータの冷却を迅速に行うことが可能とした。

【0044】さらに、本発明のセラミックヒータの製造方法では、発熱抵抗体が埋設された第1のセラミックス成形体を形成し、該第1のセラミックス成形体に接合すべき第2のセラミックス成形体を形成し、該第1の焼成セラミックス成形体及び該第2のセラミックス成形体とを接合することによってセラミックヒータを製造する方法であつて、第1と第2のセラミックス成形体との接合面の少なくとも一方の接合面に流体通路を形成する溝を設け、第1のセラミックス成形体に該流体通路に連通する流体流入口及び流体流出口を形成し、第1のセラミックス成形体と第2のセラミックス成形体を接合することによって、該セラミックヒータ基体の加熱面と当該発熱抵抗体との間に該溝と他方の接合面とによって加熱面に沿って延びる流体通路を設けるので、均一に加熱が可能なセラミックヒータを容易に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)及び図1(b)は、それぞれ本発明の第1の実施例に係るセラミックヒータの縦断面図及び平面図である。

【図2】図2(a)及び図2(b)は、それぞれ本発明の第2の実施例に係るセラミックヒータの縦断面図及び平面図である。

【図3】図3は、本発明の第3の実施例に係るセラミックヒータの横断面図である。

【図4】図4(a)から図4(d)は、本発明に係るセラミ



13

ックスヒータの製造方法を断面図で説明する工程図である。

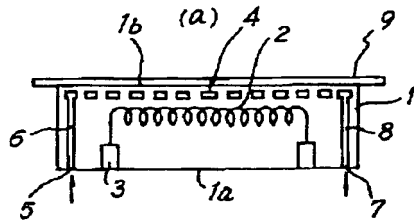
【図 5】図 5 はセラミックスヒータの均熱性を調べた実験例を説明する図である。

【符号の説明】

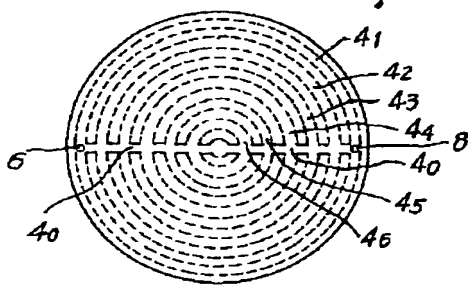
1 セラミックスヒータ基体、1 b 加熱面、2 発熱抵抗体、3 端子、4、40、41、42、43、44、45、4

a, 4 b 流体流路、5、51、52 流体流入口、6、61、62 流体流入路、7、71、72 流体流出口、8、81、82 流体流出路、9 ウェハ、11a、11b、11c、11d、12a、12b、12c、12d 隔壁、13a、13b、13c、13d 流体流路、14 流体流入管、15 流体流出管、16 活性銀ロウ、17 真空容器

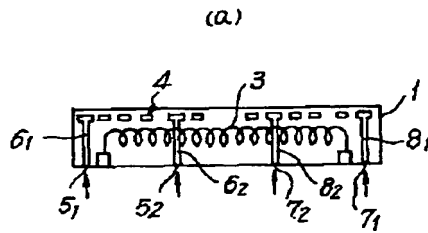
【図 1】



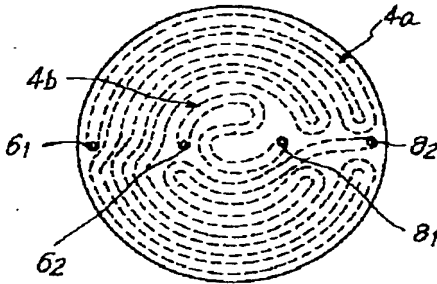
(b)



【図 2】



(b)



【図 4】

【図 3】

